

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-214855  
(P2002-214855A)

(43) 公開日 平成14年7月31日 (2002.7.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミット* (参考)
G 0 3 G 15/00	3 0 3	G 0 3 G 15/00	3 0 3 2 G 0 5 9
G 0 1 N 21/47		G 0 1 N 21/47	F 2 H 0 2 7
G 0 3 G 15/16		G 0 3 G 15/16	2 H 0 3 2
21/00	3 5 0	21/00	3 5 0 2 H 0 3 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-11937(P2001-11937)

(22) 出願日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 ▲濱▼ 高志

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 中里 博

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100105935

弁理士 坂角 正一 (外1名)

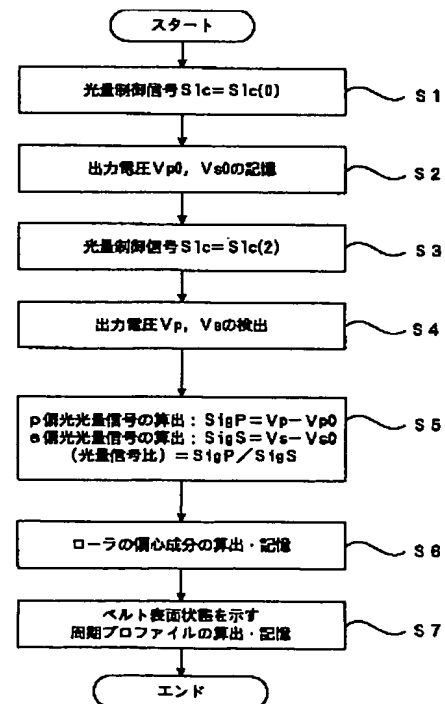
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面状態検出方法、トナー量測定方法および画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 転写ベルトや感光体ベルトなどのベルト状態検出方法、該検出方法を用いてベルト状態検出方法に付着するトナー量を正確に測定することができるトナー量測定方法、ならびに該検出方法を使用する画像形成装置を提供する。

【解決手段】 サンプルデータからローラの偏心成分を求めた後、このサンプル出力から偏心成分を取り除いて周期プロファイルを求めており (ステップ S 7)、中間転写ベルトの表面状態を示す周期プロファイルは、ローラの偏心成分を含むことなく、中間転写ベルトの表面状態を正確に示すものとなる。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体に発光素子から光を照射するとともに、前記ベルト状像担持体から反射された光を受光素子で受光し、その受光量に応じた信号を出力するセンサと、前記センサからの出力に基づき前記ベルト状像担持体に付着するトナー量を求める制御手段とを備えた画像形成装置において、

前記制御手段は、前記ベルト状像担持体を回転移動させながら、前記受光素子からの出力信号をサンプリングし、このサンプリング出力に基づき前記ローラの偏心成分を求めるとともに、さらに前記サンプリング出力から前記偏心成分を取り除いて前記ベルト状像担持体の表面状態を示す周期プロファイルを求めておき、前記ベルト状像担持体上のトナー像の画像濃度を求める際には前記ベルト状像担持体で反射された光を受光する前記受光素子からの出力を、前記偏心成分および前記周期プロファイルによって補正し、その補正值に基づき前記トナー像の画像濃度を求めることを特徴とする画像形成装置。

**【請求項2】** 前記発光素子は、前記ベルト状像担持体を挟むように前記複数のローラのうちの一のローラに対向して配置され、前記ベルト状像担持体の表面領域のうち当該センサ対向ローラに巻き掛けられた巻き掛け領域に光を照射する請求項1記載の画像形成装置。

**【請求項3】** 複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体の表面状態を検出する表面状態検出方法であって、

回転移動している前記ベルト状像担持体に発光素子から光を照射するとともに、前記ベルト状像担持体から反射された光を受光する受光素子からの出力信号をサンプリングしてサンプリング出力を得る第1工程と、前記サンプリング出力から前記ローラの偏心成分を求める第2工程と、

前記サンプリング出力から前記偏心成分を取り除いて前記ベルト状像担持体の表面状態を示す周期プロファイルを求める第3工程とを備えたことを特徴とする表面状態検出方法。

**【請求項4】** 前記第1工程では、前記ベルト状像担持体を挟むように前記複数のローラのうちの一のローラに対向して配置された前記発光素子によって、前記ベルト状像担持体の表面領域のうち当該センサ対向ローラに巻き掛けられた巻き掛け領域に光を照射する請求項3記載の表面状態検出方法。

**【請求項5】** 複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体に付着するトナー量を求めるトナー量測定方法において、

トナー像を形成する前に、トナー像が形成されていない前記ベルト状像担持体の表面状態を請求項3または4記載の表面状態検出方法を用いて、前記ローラの偏心成分と、前記ベルト状像担持体の表面状態を示す周期プロフ

ファイルとを求める前工程と、

トナー像が形成された前記ベルト状像担持体に発光素子から光を照射するとともに、前記ベルト状像担持体から反射された光を受光する受光素子からの出力信号をサンプリングしてサンプリング出力を得るサンプリング工程と、

前記サンプリング工程により得られたサンプリング出力を前記偏心成分および前記周期プロファイルによって補正し、その補正值に基づき前記トナー像の画像濃度を求める測定工程とを備えたことを特徴とするトナー量測定方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** この発明は、複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体の表面状態を検出する表面状態検出方法、該検出方法を用いて前記ベルト状像担持体上に付着するトナー量を測定するトナー量測定方法、ならびに該検出方法を使用する画像形成装置に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** プリンタ、複写機およびファクシミリ装置などの電子写真方式の画像形成装置では、ベルト状像担持体上にトナー像を形成するものがある。例えば、特開平11-258872号公報に記載された装置では、2つのローラに掛け渡された転写ベルト（ベルト状像担持体）に沿って4つのプロセスユニットが配置されている。各プロセスユニットは感光体上に潜像を形成し、該潜像をトナーで現像してトナー像を形成する。これらのプロセスユニットで形成されるトナー像は互いに異なるトナー色（イエロー、シアン、マゼンタ、ブラック）を有しており、各トナー像は相互に重なり合うように転写ベルトに転写される。こうして、カラー画像が転写ベルトに形成される。

**【0003】** また、この装置では、トナー像の画像濃度を調整するために、転写ベルト上に所定パターンのトナー像（パッチ画像）を形成し、その濃度を濃度センサで測定している。この濃度センサは、転写ベルトに光を照射する発光素子と、転写ベルトから反射された光を受光する受光素子とを備えており、受光素子からの出力に基づき転写ベルトに付着するトナー量を求めることでトナー像の画像濃度を測定している。

**【0004】**

**【発明が解決しようとする課題】** ところで、転写ベルトにより反射される光の光量は、転写ベルト上に形成されたトナー像のみならず、転写ベルトの表面状態による影響を受ける。特に、転写ベルトの表面状態、例えば反射率や表面粗さ等が不均一となっている場合には表面状態による影響を無視することができなくなる。そこで、従来より実際のトナー量測定に先立って転写ベルトの表面状態を示す周期プロファイルを検出することがある。具

体的には、トナー像が転写ベルトに形成されていない状態で、当該転写ベルトを1周させながら、受光素子からの出力信号をサンプリングして周期プロファイルを求めている。そして、実際のトナー量測定では受光素子からの出力を上記周期プロファイルに基づき補正している。こうすることによって、転写ベルトの表面状態の影響を排除してトナー量の測定精度の向上を図っている。

【0005】しかしながら、転写ベルトは複数のローラに掛け渡されており、一部のローラが少なからず偏心を有しているため、次のような問題があった。すなわち、この種の装置では、偏心を有するローラの回転によりセンサ出力が不安定になり、上記のようにして求められる周期プロファイルはローラの偏心成分の影響を受けているが、従来においてはローラの偏心成分の影響を全く考慮しておらず、上記周期プロファイルは転写ベルトの表面状態を正確に示すものとは言えなかった。そのため、実際にトナー量を測定するにあたって、上記周期プロファイルを用いて受光素子からの出力を補正したとしても、トナー量を正確に測定することは難しかった。

【0006】この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、転写ベルトや感光体ベルトなどのベルト状像担持体の表面状態を正確に検出することができる表面状態検出方法、該検出方法を用いてベルト状像担持体上に付着するトナー量を正確に測定することができるトナー量測定方法、ならびに該検出方法を使用する画像形成装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる表面状態検出方法は、複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体の表面状態を検出する表面状態検出方法であって、上記目的を達成するため、回転移動している前記ベルト状像担持体に発光素子から光を照射するとともに、前記ベルト状像担持体から反射された光を受光する受光素子からの出力信号をサンプリングしてサンプリング出力を得る第1工程と、前記サンプリング出力から前記ローラの偏心成分を求める第2工程と、前記サンプリング出力から前記偏心成分を取り除いて前記ベルト状像担持体の表面状態を示す周期プロファイルを求める第3工程とを備えている。

【0008】また、この発明にかかるトナー量測定方法は、実際のトナー量測定に先立って上記表面状態検出方法を用いてローラの偏心成分と、ベルト状像担持体の表面状態を示す周期プロファイルとを求めておき、実際にトナー像の画像濃度を求める際には、そのトナー像が形成されたベルト状像担持体に発光素子から光を照射するとともに、ベルト状像担持体から反射された光を受光する受光素子からの出力信号をサンプリングしてサンプリング出力を得た後、そのサンプリング出力を偏心成分および周期プロファイルによって補正し、その補正值に基づきトナー像の画像濃度を求めている。

【0009】さらに、この発明にかかる画像形成装置は、複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体に発光素子から光を照射するとともに、ベルト状像担持体から反射された光を受光素子で受光し、その受光量に応じた信号を出力するセンサと、センサからの出力に基づきベルト状像担持体に付着するトナー量を求める制御手段とを備えた画像形成装置であって、上記トナー量測定方法を使用してトナー量を求めている。すなわち、制御手段は、ベルト状像担持体を回転移動させながら、受光素子からの出力信号をサンプリングし、このサンプリング出力に基づきローラの偏心成分を求めるとともに、さらにサンプリング出力から偏心成分を取り除いてベルト状像担持体の表面状態を示す周期プロファイルを求めておき、ベルト状像担持体上のトナー像の画像濃度を求める際にはベルト状像担持体で反射された光を受光する受光素子からの出力を、偏心成分および周期プロファイルによって補正し、その補正值に基づきトナー像の画像濃度を求めている。

【0010】このように構成された発明（表面状態検出方法、トナー量測定方法および画像形成装置）では、回転移動しているベルト状像担持体に発光素子から光を照射するとともに、ベルト状像担持体から反射された光を受光素子で受光してサンプリング出力を得ているが、このサンプリング出力から前記ローラの偏心成分を求めた後、このサンプリング出力から前記偏心成分を取り除くことによって周期プロファイルが求められる。したがって、この周期プロファイルは、ローラの偏心成分を含むことなく、ベルト状像担持体の表面状態を正確に示すものとなる。

【0011】また、こうして正確に求められた周期プロファイルを用いて、実際にトナー量を測定するために得られたサンプリング出力を補正し、その補正值に基づきトナー量を測定することにより、トナー量の測定精度をさらに向上させることができる。

【0012】ここで、ベルト状像担持体を挟むように複数のローラのうちの一のローラに対向して発光素子を配置し、ベルト状像担持体の表面領域のうち当該センサ対向ローラに巻き掛けられた巻き掛け領域に光を照射するように構成すれば、センサとベルト状像担持体との距離（センシング距離）の変動が効果的に抑制され、周期プロファイルの検出精度がより一層向上し、さらにこの周期プロファイルを用いることでトナー量の測定精度をさらに向上させることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は、この発明にかかる画像形成装置の一実施形態を示す図である。この画像形成装置は、イエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（K）の4色のトナーを重ね合わせてフルカラー画像を形成する装置であり、ホストコンピュータなどの外部装置から画像信号が制御ユニット（図2中の符号

1) に与えられると、この制御ユニットによってエンジン部Eの各部が制御されて転写紙、複写紙やOHPシートなどのシートSに画像信号に対応する画像が形成される。

【0014】このエンジン部Eでは、プロセスユニット2の感光体21にトナー像を形成可能となっている。すなわち、プロセスユニット2は、図1の矢印方向に回転可能な感光体21を備えており、さらに感光体21の周りにその回転方向に沿って、帯電手段としての帯電ローラ22、現像手段としての現像器23Y、23C、23M、23K、および感光体用クリーナブレード24がそれぞれ配置されている。

【0015】この装置では、帯電ローラ22が感光体21の外周面に当接して外周面を均一に帯電させた後、感光体21の外周面に向けて露光ユニット3からレーザ光Lが照射される。この露光ユニット3は、同図に示すように、画像信号に応じて変調駆動される半導体レーザなどの発光素子31を備えており、この発光素子31からのレーザ光Lが高速モータ32によって回転駆動される多面鏡33に入射されている。そして、多面鏡33によって反射されたレーザ光Lはレンズ34およびミラー35を介して感光体21上に主走査方向（同図の紙面に対して垂直な方向）に走査して画像信号に対応する静電潜像を形成する。なお、符号36は主走査方向における同期信号を得るための水平同期用読取センサである。

【0016】こうして形成された静電潜像は現像部23によってトナー現像される。すなわち、この実施形態では現像部23として、イエロー用の現像器23Y、シアン用の現像器23C、マゼンタ用の現像器23M、およびブラック用の現像器23Kがこの順序で感光体21に沿って配置されている。これらの現像器23Y、23C、23M、23Kは、それぞれ感光体21に対して接離自在に構成されており、制御ユニット1からの指令に応じて、上記4つの現像器23Y、23M、23C、23Kのうちの一の現像器が選択的に感光体21に当接するとともに、高電圧が印加されて選択された色のトナーを感光体21の表面に付与して感光体21上の静電潜像を顕在化する。

【0017】現像部23で現像されたトナー像は、ブラック用現像器23Kと感光体用クリーナブレード24との間に位置する一次転写領域で転写ユニット4の中間転写ベルト41（ベルト状像担持体）上に一次転写される。また、一次転写領域から周方向（図1の矢印方向）に進んだ位置には、感光体用クリーナブレード24が配置されており、一次転写後に感光体21の外周面に残留附着しているトナーを掻き落とす。

【0018】この転写ユニット4は7個のローラ42～48を有しており、二次転写ローラ48を除く6個のローラ42～47に無端状の中間転写ベルト41が掛け渡されている。そして、カラー画像をシートSに転写する

場合には、感光体21上に形成される各色のトナー像を中間転写ベルト41上に重ね合わせてカラー像を形成するとともに、カセットや手差しトレイから取り出されたシートSが上ガイド部材5Uおよび下ガイド部材5Dの間を通過して二次転写領域に搬送し、当該シートSにカラー像を二次転写することでカラー画像を得ている（カラー印字処理）。また、モノクロ画像をシートSに転写する場合には、感光体21上のブラックトナー像のみを中間転写ベルト41上に形成し、カラー画像の場合と同様にして二次転写領域に搬送されてきたシートSに転写してモノクロ画像を得る（モノクロ印字処理）。

【0019】また、ローラ46に対向してベルトクリーナ49が設けられている。このベルトクリーナ49は、二次転写後に中間転写ベルト41に残存する残留トナーをクリーニング除去するものであり、次のように構成されている。すなわち、このベルトクリーナ49では、クリーナケース491にクリーナブレード492が取り付けられ、クリーナカバー493内で中間転写ベルト41に対して離当接可能に構成されるとともに、ベルトクリーナ用駆動部（図示省略）によって離当接駆動される。なお、図1中の符号494はクリーナすくいシートである。

【0020】また、ローラ43の下方位位置には、中間転写ベルト41の基準位置を検出するためのセンサ40が配置されており、主走査方向とほぼ直交する副走査方向における同期信号、つまり垂直同期信号を得るための垂直同期用読取センサとして機能する。また、ローラ43に掛け渡された中間転写ベルト41上に付着しているトナー量を検出するセンサ6が中間転写ベルト41を挟んでローラ43に対向配置されている。このように、この実施形態ではローラ43が本発明の「センサ対向ローラ」となっている。

【0021】図2は中間転写ベルト上のトナー量を検出するセンサの構成を示す図である。このセンサ6は、中間転写ベルト41の表面領域のうちローラ43に巻き掛けられた巻き掛け領域41aに光を照射するLEDなどの発光素子601を有している。また、このセンサ6には、照射光の照射光量を調整するために、偏光ビームスプリッター603、照射光量モニタ用受光ユニット604および照射光量調整ユニット605が設けられている。

【0022】この偏光ビームスプリッター603は、同図に示すように、発光素子601と中間転写ベルト41との間に配置されており、中間転写ベルト41上における照射光の入射面に平行な偏光方向を有するp偏光と、垂直な偏光方向を有するs偏光とに分割している。そして、p偏光についてはそのまま中間転写ベルト41に入射する一方、s偏光については偏光ビームスプリッター603から取り出された後、照射光量モニタ用の受光ユニット604に入射され、この受光ユニット604から

照射光量に比例した信号が照射光量調整ユニット605に出力される。

【0023】この照射光量調整ユニット605は、受光ユニット604からの信号と、CPU11およびメモリ12を備えて装置全体を制御する制御ユニット1からの光量制御信号S1cとに基づき発光素子601をフィードバック制御して発光素子601から中間転写ベルト41に照射される照射光量を光量制御信号S1cに対応する値に調整する。このように、この実施形態では、照射光量を広範囲に、かつ適切に変更調整することができる。

【0024】また、この実施形態では、照射光量モニター用受光ユニット604に設けられた受光素子642の出力側に入力オフセット電圧641が印加されており、光量制御信号S1cがある信号レベルを超えない限り、発光素子601が消灯状態に維持されるように構成されている。その具体的な電氣的構成は図3に示す通りである。図3は図1の装置において採用された受光ユニット604の電氣的構成を示す図である。この受光ユニット604では、フォトダイオードなどの受光素子PSのアノード端子は電流－電圧( $I/V$ )変換回路を構成するオペアンプOPの非反転入力端子に接続されるとともに、オフセット電圧641を介して接地電位に接続されている。また、受光素子PSのカソード端子は、オペアンプOPの反転入力端子に接続されるとともに、抵抗Rを介してオペアンプOPの出力端子に接続されている。このため、受光素子PSに光が入射されて光電流 $i$ が流れると、オペアンプOPの出力端子からの出力電圧 $V_0$ は、 $V_0 = i \cdot R + V_{off}$

(ただし、 $V_{off}$ はオフセット電圧値である)となり、反射光量に対応した信号が受光ユニット604から出力される。このように構成した理由について以下説明する。

【0025】入力オフセット電圧651を印加しない場合には、図4の破線で示すような光量特性を示す。つまり、光量制御信号S1c(0)を制御ユニット1から照射光量調整ユニット605に与えると、発光素子601は消灯状態となり、光量制御信号S1cの信号レベルを高めると、発光素子601は点灯し、中間転写ベルト41上への照射光量も信号レベルにほぼ比例して増大する。しかしながら、光量特性は周辺温度の影響や照射光量調整ユニット605の構成などによって図4に示す一点鎖線や二点鎖線のように平行シフトすることがあり、仮に同図の一点鎖線のようにシフトしてしまうと、制御ユニット1から消灯指令、つまり光量制御信号S1c(0)を与えているにもかかわらず、発光素子601が点灯していることがある。

【0026】これに対し、本実施形態の如く、入力オフセット電圧651を印加して予め同図の右手側にシフトさせて不感帯(信号レベルS1c(0)～S1c(1))を設けている場合(同図の実線)には、制御ユニット1から消灯

指令、つまり光量制御信号S1c(0)を与えることで確実に発光素子601を消灯することができ、装置の誤作動を未然に防止することができる。

【0027】一方、信号レベルS1c(1)を超える光量制御信号S1cが制御ユニット1から照射光量調整ユニット605に与えられると、発光素子601は点灯し、中間転写ベルト41にp偏光が照射光として照射される。すると、このp偏光は中間転写ベルト41で反射され、反射光量検出ユニット607で反射光の光成分のうちp偏光の光量とs偏光の光量とが検出され、各光量に対応する信号が制御ユニット1に出力される。

【0028】この反射光量検出ユニット607は、図2に示すように、反射光の光路上に配置された偏光ビームスプリッター671と、偏光ビームスプリッター671を通過するp偏光を受光し、そのp偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット670pと、偏光ビームスプリッター671で分割されたs偏光を受光し、そのs偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット670sとを備えている。この受光ユニット670pでは、受光素子672pが偏光ビームスプリッター671からのp偏光を受光し、その受光素子672pからの出力をアンプ回路673pで増幅した後、その増幅信号をp偏光の光量に相当する信号として受光ユニット670pから出力している。また、受光ユニット670sは受光ユニット670pと同様に受光素子672sおよびアンプ回路673sを有している。このため、反射光の光成分のうち互いに異なる2つの成分光(p偏光とs偏光)の光量を独立して求めることができる。

【0029】また、この実施形態では、受光素子672p、672sの出力側に出力オフセット電圧674p、674sがそれぞれ印加されており、アンプ回路673p、673sから制御ユニット1に与えられる信号の出力電圧 $V_p$ 、 $V_s$ は図5に示すようにプラス側にオフセットされている。各受光ユニット670p、670sの具体的な電氣的構成については、受光ユニット604と同一であるため、ここでは図示説明を省略する。このように構成された受光ユニット670p、670sにおいても、受光ユニット604と同様に、反射光量がゼロであるときであっても、各出力電圧 $V_p$ 、 $V_s$ はゼロ以上の値を有し、しかも反射光量の増大に比例して出力電圧 $V_p$ 、 $V_s$ も増大する。このように出力オフセット電圧674p、674sを印加することで図4の不感帯の影響を確実に排除することができ、反射光量に応じた出力電圧を出力することができる。

【0030】これら出力電圧 $V_p$ 、 $V_s$ の信号は制御ユニット1に入力され、A/D変換された後、中間転写ベルト41上に付着するトナー量が制御ユニット1によって求められる。この実施形態では、実際のトナー量の測定に先立って予め次のようにしてローラ43の偏心成分と中間転写ベルト41の周期プロファイルとが求められ、

メモリ12に記憶されている。以下、偏心成分および周期プロファイルの導出手順と、実際のトナー量測定手順とに分けて説明する。

【0031】図6は、実際のトナー量の測定に先立って行われる偏心成分および周期プロファイルの導出手順を示すフローチャートである。この装置では、制御ユニット1は消灯指令に相当する光量制御信号S1c(0)を照射光量調整ユニット605に出力して発光素子601を消灯する(ステップS1)。特に、この実施形態では上述したように、入力オフセット電圧651を印加することによって不感帯(図4の信号レベルS1c(0)~S1c(1))が設定されているので、光量制御信号S1c(0)を与えた際に発光素子601が確実に消灯される。

【0032】そして、この消灯状態でのp偏光の受光量を示す出力電圧Vp0と、s偏光の受光量を示す出力電圧Vs0を検出し、制御ユニット1のメモリ12に記憶する(ステップS2)。すなわち、消灯状態でのセンサ出力、つまり暗出力電圧を検出して記憶している。

【0033】次に、光量制御信号S1cとして不感帯を超える信号レベルの信号S1c(2)を設定し、この光量制御信号S1c(2)を照射光量調整ユニット605に与えて発光素子601を点灯させる(ステップS3)。すると、発光素子601からの光が中間転写ベルト41に照射されるとともに、中間転写ベルト41で反射された光のp偏光およびs偏光の光量が反射光量検出ユニット607によって検出され、各受光光量に対応する出力電圧Vp、Vsが制御ユニット1に入力される(ステップS4)。

【0034】そこで、制御ユニット1はp偏光に関して出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を差し引いてトナー量に対応するp偏光の光量を表す光量信号SigPを求めている(ステップS5)。また、s偏光についても、p偏光と同様に、出力電圧Vsから暗出力電圧Vs0を差し引いてトナー量に対応するs偏光の光量を表す光量信号SigSを求めている(ステップS5)。さらに、こうして補正された光量信号SigP、SigSの比をサンプリングデータとして求める(ステップS5)。このように、この実施形態では、測定された出力電圧Vp、Vsから暗出力電圧Vp0、Vs0をそれぞれ取り除いているので、トナー量に対応する光量を精度良く求めることができ、例えば装置周辺温度などの周辺環境や装置構成部品の経時変化などによって暗出力が変動したとしても、その影響を受けることなく、トナー量の指標を求めることができる。

【0035】より具体的には、次のようにしてサンプリ

$$AV(30) = (D(0) + \dots + D(30) + \dots + D(59)) / 60$$

$$AV(31) = (D(1) + \dots + D(31) + \dots + D(60)) / 60$$

$$AV(32) = (D(2) + \dots + D(32) + \dots + D(61)) / 60$$

...

$$AV(210) = (D(180) + \dots + D(210) + \dots + D(239)) / 60$$

ングデータを求めている。この実施形態にかかる画像形成装置では、本発明の「ベルト状像担持体」に相当する中間転写ベルト41の周長はセンサ対向ローラ43の周長の非整数倍となっており、センサ対向ローラ43が約5.2周するごとに中間転写ベルト41が1周するように構成されている。そして、中間転写ベルト41が1周するのに3120msを要し、中間転写ベルト41からの反射光量を10ms間隔でサンプリングし、各サンプリング位置xでの出力電圧Vpから消灯時の出力電圧Vp0を差し引き、この光量信号SigP(=Vp-Vp0)を求めるとともに、各サンプリング位置xでの出力電圧Vsから消灯時の出力電圧Vs0を差し引き、この光量信号SigS(=Vs-Vs0)を求めた後、これらの光量信号比(=SigP/SigS)を各サンプリング位置xでのサンプリングデータD(x)としてメモリ12に記憶する(図7)。この実施形態では、中間転写ベルト41が1周する間に312個のサンプリングデータD(x)が得られるのであるが、この実施形態では少ないメモリ容量で、しかも効率的な演算処理を実行するためにサンプリング数を256個に設定している。すなわち、サンプリングデータD(0)、D(1)、...D(255)をメモリ12に記憶している。

【0036】次のステップS6では、サンプリングデータD(0)、D(1)、...D(255)にローラの偏心成分を求め、メモリ12に記憶する。その詳細について、図7を参照しつつ説明する。この実施形態では、ローラ43が5.2周するごとに中間転写ベルト41が1周するため、上記サンプリングデータD(x)から連続する60(=312÷5.2)個のサンプリングデータを取り出すと、それら60個のサンプリングデータ中にローラ43の1周分の成分が含まれていることとなる。ここで、ローラ43の偏心成分に着目すると、センサ対向ローラ43の1周分の平均値をとると、偏心成分を考慮する必要がなくなる。というのは、センサ対向ローラ43が1周する間には偏心によりセンシング距離が遠くなる場合と近くなる場合の両方が含まれ、平均値をとることにより各々の影響が打ち消しあって、結局、設計上のセンシング距離における平均値とほぼ等価と考えることができるからである。

【0037】そこで、例えば図7に示すサンプリングデータD(x)から連続する60個のサンプリングデータを1つの区間として3つの区間(1)~(3)を規定し、各区間を構成するサンプリング位置x(x=30, 31, ..., 210)を中心としたローラ43の1周分の平均値AV(x)を求める。つまり、

を求める。上式では、サンプリング位置「0」～「59」の60個のサンプリングデータの中心を30としているが、厳密に中心は「29」と「30」の間であり上式は、

$$AV(29) = (D(0) + \dots + D(30) + \dots + D(59)) / 60$$

(以下同様)と処理してもよい。

【0038】このようにして求められた平均値 $AV(x)$ はローラ43の偏心成分をキャンセルしたものであり、サンプリングデータ $D(x)$ から平均値 $AV(x)$ を減算することによって各サンプリング位置 $x$ でのローラ43の偏心成分 $E(x)$ を求めることができる。つまり、

$$E(x) = D(x) - AV(x)$$

によってローラ43の偏心成分 $E(x)$ を求めることができる。ただし、ここでは、中間転写ベルト41が1周する間のローラ43の3周分の偏心成分を求めている。

【0039】ここで、区間(1)～(3)はいずれもローラ43の1周に相当するので、同位相であれば偏心成分 $E(x)$ は同じ値を示すはずである。そこで、区間(1)～(3)の各同位相での偏心成分の平均値 $Eav(a)$ を次式、

$$Eav(a) = \{D(30+a) - AV(30+a)\} + \{D(90+a) - AV(90+a)\} + \{D(120+a) - AV(120+a)\} / 3 \quad (1)$$

(ただし、 $a = 0, 1, \dots, 59$ である)に基づき求める。このように、この実施形態では、中間転写ベルト41が1周する間に3つの偏心成分を求め、それらの平均値を求めているため、ローラ43の偏心成分を高精度に求めることができる。もちろん、中間転写ベルト41の1周に対するローラ43の回転数は「5.2」に限定されるものではなく、2回転以上であれば、上記と同様にしてローラ43の偏心成分を求めることができる。

【0040】こうして、式(1)にしたがって各位相でのローラ43の偏心成分 $Eav(a)$ が求まる(ステップS6)と、サンプリングデータ $D(x)$ から偏心成分を減算して、中間転写ベルト41の表面状態を反映した周期プロファイル $F(x)$ を検出する(図8)。つまり、周期プロファイル $F(x)$ は、

$$F(0) = D(0) - Eav(30)$$

$$F(1) = D(1) - Eav(31)$$

...

$$F(29) = D(29) - Eav(59)$$

$$F(30) = D(30) - Eav(0)$$

$$F(31) = D(31) - Eav(1)$$

...

となる。そして、周期プロファイル $F(x)$ をメモリ12に記憶して実際のトナー量測定に備える(ステップS7)。

【0041】次に、実際のトナー量の測定手順について図9を参照しつつ説明する。この図9は図1の画像形成装置におけるトナー量測定動作を示すフローチャートである。この装置では、制御ユニット1は、偏心成分およ

び周期プロファイルの導出動作におけるステップS1～S5と同様の手順を実行することによって、トナー量の指標となる光量信号比(=SigP/SigS)をサンプリングデータ $D(x)$ として算出し、メモリ12に記憶する。

【0042】次のステップS8では、上記のようにして得られた光量信号比に対して偏心成分 $Eav(a)$ および周期プロファイル $F(x)$ による補正を行う。この補正にかかる手順は以下のとおりである。

【0043】まず、本実施形態においては、センサ対向ローラ43が約5.2周するごとに、中間転写ベルト41が1周する。したがって、上記の偏心成分および周期プロファイルを求めた時と、その後トナー量を求めるべく検出を行なった時とは、センサ対向ローラ43の位相が異なる。しかしながら、センサ対向ローラ43と中間転写ベルト41の周長比は設計上、既知である。そこで、偏心成分および周期プロファイルを求めた時点から、トナー量検出までの間に中間転写ベルト41が周回した数に基づき、偏心成分の位相をずらすことによって、トナー量検出の時点でのセンサ対向ローラ43の位相に一致させる。そして、周期プロファイルと偏心成分を合成し、光量信号比に対して補正を行う。

【0044】以上のような処理によって、ローラの偏心成分および中間転写ベルト41の表面状態の影響を補正することができる。その後、その補正結果に基づきトナー量を測定する(ステップS9)。

【0045】以上のように、この実施形態によれば、サンプリングデータ $D(x)$ からローラ43の偏心成分 $Eav(a)$ を求めた後、このサンプリングデータ $D(x)$ から偏心成分 $Eav(a)$ を取り除いて周期プロファイル $F(x)$ を求めており(ステップS7)、中間転写ベルト41の表面状態を示す周期プロファイル $F(x)$ は、ローラの偏心成分を含むことなく、中間転写ベルト41の表面状態を正確に示すものとなる。

【0046】また、こうして正確に求められた周期プロファイル $F(x)$ を用いて、実際にトナー量を測定するために得られたサンプリングデータ $D(x)$ を補正し(ステップS8)、その補正值に基づきトナー量を測定している(ステップS9)ので、トナー量の測定精度を向上させることができる。

【0047】また、この実施形態では、中間転写ベルト41の表面状態のみならず、センサ6と中間転写ベルト41との距離(センシング距離)の変動を抑えるように構成し、しかもローラの偏心成分による距離変動を補正するようにしているので、測定精度をより一層向上させることができる。具体的には、次の2つの作用効果をさらに備えている。

【0048】上記した従来装置、つまり特開平11-258872号公報に記載された装置では、ローラから離れた位置にセンサが配置され、中間転写ベルト41はベ

ルト移動方向に対してほぼ直交する方向にばたついている。そのため、センサ6から中間転写ベルト41までのセンシング距離がランダム、あるいは不安定に変動し、その距離変動によってセンサ出力が不安定になっている。これに対し、この実施形態によれば、ローラ43に巻き掛けられた中間転写ベルト表面領域、つまり巻き掛け領域41aに光が照射されるとともに、この巻き掛け領域41aで反射された光が受光素子672p、672sで受光され、センサ6から出力される信号に基づきトナー量の測定が行われる。この巻き掛け領域41aではベルト移動方向に対してほぼ直交する方向における中間転写ベルト41の不安定なばたつきを防止することができる。

【0049】また、この実施形態では、ローラの偏心成分 $E_{av}(a)$ を求め(ステップS6)、ローラ偏心に起因するセンサ6と中間転写ベルト41とのセンシング距離の変動を補正している(ステップS8)ので、ローラ偏心の影響を抑えて測定精度のさらなる向上を図ることができる。

【0050】また、中間転写ベルト41上のトナー量を測定する場合、中間転写ベルト41からトナーが浮遊落下してセンサ6に付着するおそれがあるが、センサ6をセンサ対向ローラたるローラ43の水平対向位置に配置しているため、センシング面が垂直となり、浮遊落下するトナーがセンシング面に付着するのを効果的に防止することができ、測定精度の向上を図ることができる。この作用効果については、センサ6をローラ43の水平対向位置(図2)の上方で、かつローラ43に対向する位置に配置した場合にも同様、あるいはそれ以上となる。

【0051】また、この実施形態では、中間転写ベルト41からの反射光の光成分のうちp偏光の光量を表す光量信号 $SigP$ 、およびs偏光の光量を表す光量信号 $SigS$ を独立して求め、それらの光量信号比( $=SigP/SigS$ )に基づき中間転写ベルト41上に付着するトナー量を測定しているので、ノイズの影響や中間転写ベルト41への照射光量の変動の影響を受け難く、高精度なトナー量測定が可能となる。

【0052】さらに、暗出力を求める際には、発光素子601を確実に消灯する必要があるが、この実施形態によれば、上記したように入力オフセット電圧651を印加することで発光素子601を確実に消灯することができる。

【0053】なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態では、中間転写ベルト41とセンサ対向ローラ43の周長が非整数倍のため、偏心成分および周期プロファイルを求めた時点と、トナー量検出の時点とにおけるセンサ対向ローラ43の中間転写ベルト41に対する位相のズレを補正しているが、中間転

写ベルト41とセンサ対向ローラ43周長を整数にすることで位相ズレを排除するようにしてもよい。この場合、位相ズレを補正する計算が不要になるためより少ない処理ステップで同様の効果が得られる上、計算精度による検出誤差も未然に防ぐことが出来る。

【0054】また、上記実施形態では、ローラ43に対向してセンサ6を配置しているが、ローラに対向してセンサ6を配置すること自体は中間転写ベルト41の表面状態を正確に検出する上での必須構成要件ではないが、上記した作用効果を考慮すればセンサ6をローラ43に対向配置するのが望ましい。また、ローラ43に対向配置する代わりに、中間転写ベルト41が掛け渡されている他のローラ42、44～47に対向してセンサ6を配置するようにしてもよい。ただし、上記実施形態では複数のローラ42～47のうちローラ44がテンションローラとなっているため、予め装置本体に対して固定配置されて当該固定位置で回転自在となっている他のローラの一に対してセンサ6を設けるのが望ましい。なんとなれば、所定位置で回転自在に固定配置されたローラに対向してセンサ6を配置した場合、該ローラとセンサ6との距離は一定となっているからである。

【0055】これに対し、テンションローラ44は中間転写ベルト41に対して進退移動するように構成されているため、予め固定配置されたセンサ6とテンションローラ44との距離が変動しやすく、テンションローラ44に掛け渡されたベルト領域とセンサ6との距離が変動してしまい、測定精度の低下要因となってしまうためである。これを防止するためには、例えばテンションローラ44とセンサ6とを機械的に連結しておき、テンションローラ44の変動に伴ってセンサ6も連動するように構成すればよい。

【0056】また、上記実施形態では、トナー量の指標値として光量信号比( $=SigP/SigS$ )を用いているが、その他の指標値、例えば出力電圧 $Vp$ 、 $Vs$ 、光量信号 $SigP$ 、 $SigS$ 、光量信号和( $=SigP+SigS$ )や光量信号差( $=SigP-SigS$ )などを用いることができる。

【0057】また、上記実施形態では、図2に示すように、照射光と反射光とを含む入射面(図2の紙面)がセンサ対向ローラ43の回転軸とほぼ直交するように発光素子601および受光素子672p、672sが配置されているが、これらの配置関係はこれに限定されるものではなく、例えば上記入射面がローラ回転軸とほぼ平行となるようにセンサ6を構成してもよい。また、入射面とローラ回転軸が平行でない場合、ローラの偏心などによりセンシング距離が変動するだけでなくローラ表面(反射面)の角度の変化による反射光量の変化を招くが、入射面とローラ回転軸を平行にすることにより、反射面の角度をより安定させることができる。また、同じ理由により、反射面の角度を安定させるために、入射面



とローラ回転軸が同一平面にあるように構成してもよい。

【0058】また、上記実施形態では、中間転写ベルト41をベルト状像担持体とする画像形成装置に本発明を適用しているが、本発明の適用対象はこれに限定されるものではなく、感光体ベルトにトナー像を形成する画像形成装置などにも適用可能であり、複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体を備えた画像形成装置全般に本発明を適用することができる。

【0059】さらに、上記実施形態では、4色のトナーを用いたカラー画像を形成することができる画像形成装置であったが、本発明の適用対象はこれに限定されるものではなく、モノクロ画像のみを形成する画像形成装置にも当然に適用することができる。また、上記実施形態にかかる画像形成装置は、ホストコンピュータなどの外部装置より与えられた画像を複写紙、転写紙、用紙およびOHP用透明シートなどのシートSに形成するプリンタであるが、本発明は複写機やファクシミリ装置などの電子写真方式の画像形成装置全般に適用することができる。

#### 【0060】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、サンプリング出力からローラの偏心成分を求めた後、さらにサンプリング出力からその偏心成分を取り除いて周期プロファイルを求めているので、ローラの偏心成分を含むことなく、ベルト状像担持体の表面状態を正確に示した周期プロファイルを得ることができる。つまり、ベルト状像担持体の表面状態を正確に検出することができる。

【0061】また、こうして正確に求められた周期プロファイルを用いて、実際にトナー量を測定するために得られたサンプリング出力を補正し、その補正值に基づきトナー量を測定するように構成することによって、トナー量の測定精度をさらに向上させることができる。

【0062】さらに、ベルト状像担持体を挟むように複数のローラのうちの一のローラに対向して発光素子を配置し、ベルト状像担持体の表面領域のうち当該センサ対向ローラに巻き掛けられた巻き掛け領域に光を照射するように構成することによって、センサとベルト状像担持

体との距離（センシング距離）の変動を効果的に抑制することができ、周期プロファイルの検出精度をより一層向上させ、トナー量の測定精度をさらに向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にかかる画像形成装置の一の実施形態を示す図である。

【図2】中間転写ベルト上のトナー量を検出するセンサの構成を示す図である。

【図3】図1の装置において採用された受光ユニットの電氣的構成を示す図である。

【図4】図1のトナー量測定装置における光量制御特性を示す図である。

【図5】図1のトナー量測定装置における反射光量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図6】実際のトナー量の測定に先立って行われる偏心成分および周期プロファイルの導出手順を示すフローチャートである。

【図7】センサから出力されるサンプリングデータの一例を示すグラフである。

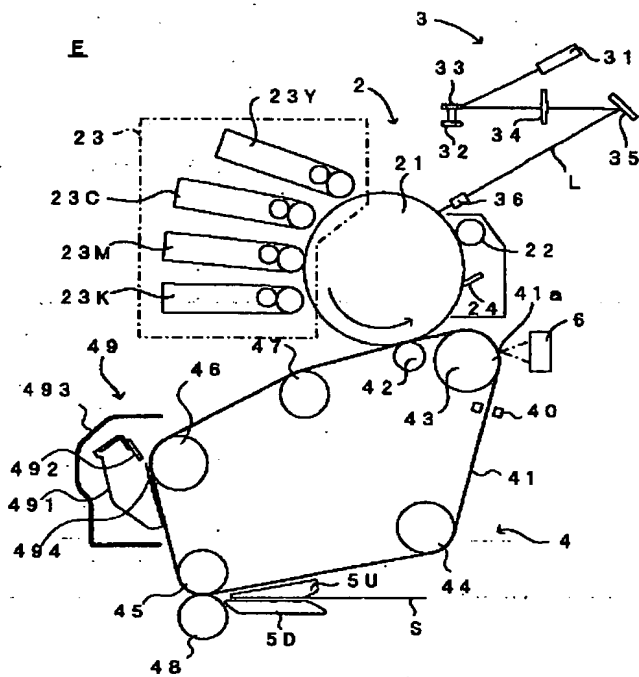
【図8】図7のサンプリングデータから駆動ローラの偏心成分を取り除くことによって得られる中間転写ベルトの周期プロファイルを示すグラフである。

【図9】図1の画像形成装置におけるトナー量測定動作をフローチャートである。

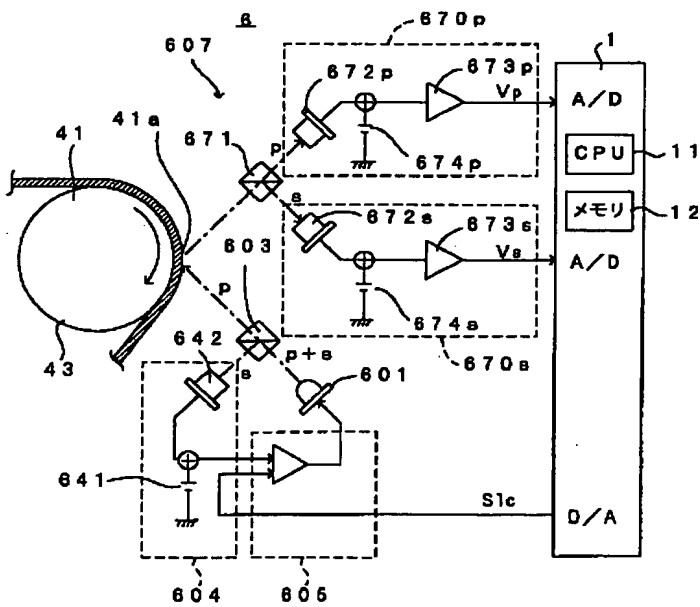
#### 【符号の説明】

- 1…制御ユニット（制御手段）
- 6…センサ
- 11…CPU（制御手段）
- 12…メモリ
- 41…中間転写ベルト（ベルト状像担持体）
- 41a…巻き掛け領域
- 42～47…ローラ
- 43…センサ対向ローラ
- 601…発光素子
- 642, 672p, 672s, PS…受光素子
- 670p, 670s…受光ユニット

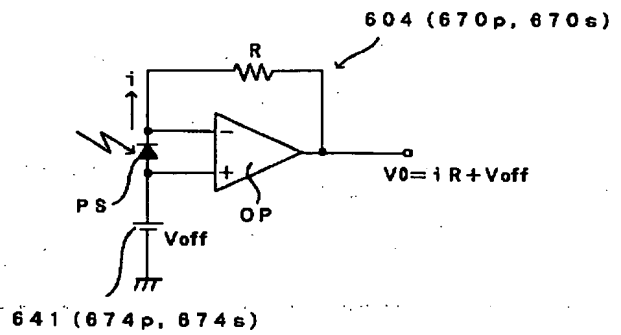
【図1】



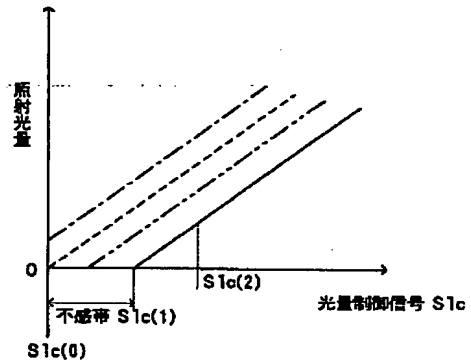
【図2】



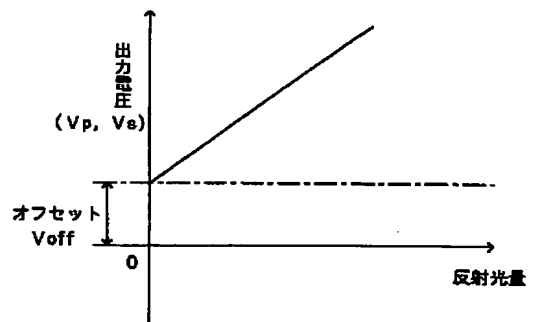
【図3】



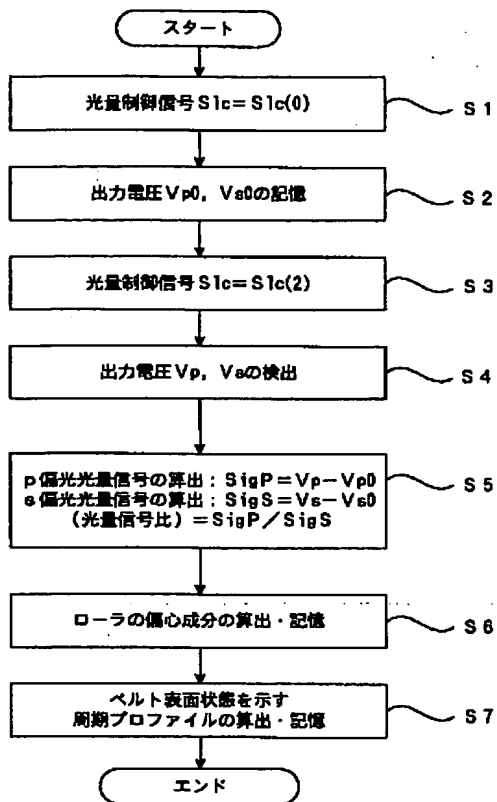
【図4】



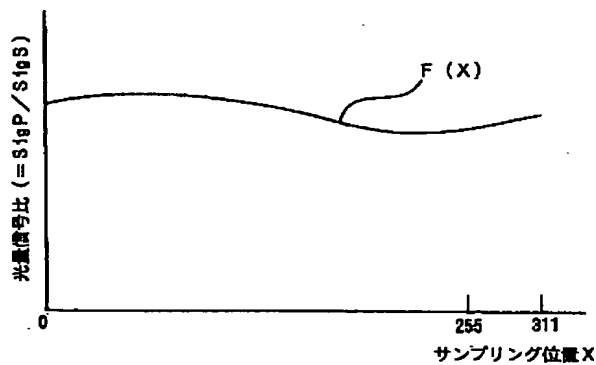
【図5】



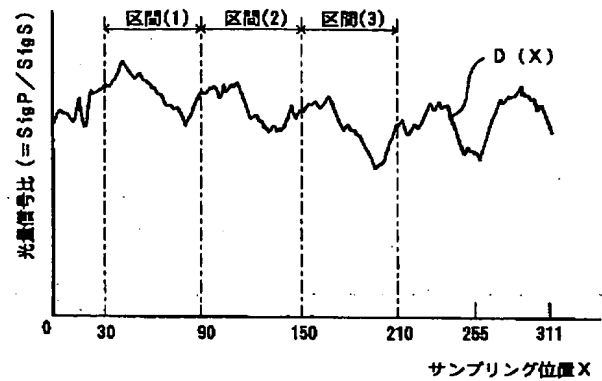
【図6】



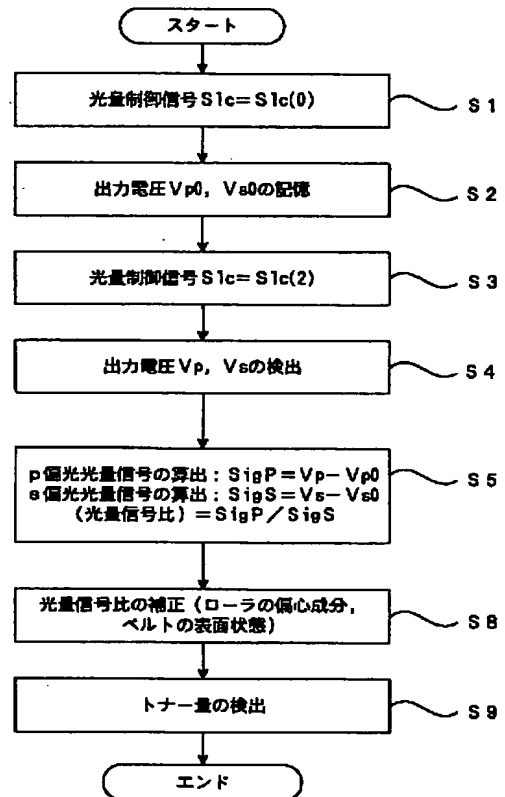
【図8】



【図7】



【図9】



## フロントページの続き

Fターム(参考) 2G059 AA05 BB09 DD12 EE02 GG02  
JJ22 KK01 MM01 MM02 MM09  
MM10 MM15 NN02 NN07 NN10  
2H027 DA09 DE02 DE07 DE10 EC06  
EC11 HA14  
2H032 AA15 BA09 CA14 CA15  
2H035 CA05 CB06